

## Digitalfotografieverfahren und Digitalkamera

Die vorliegende Erfindung betrifft ein  
Digitalfotografieverfahren nach dem Oberbegriff von  
Anspruch 1 sowie eine Digitalkamera nach demjenigen von  
5 Anspruch 10.

Die digitale Fotografie bietet einerseits viele Vorteile,  
da keine Filme Verwendung finden und damit laufende Kosten  
vermieden werden. Andererseits birgt aber die digitale  
Fotografie auch einen wesentlichen Nachteil: Fehlerstellen  
10 in fotochemischen Filmen treten nur einmal auf, bereits für  
ein nächstes Bild wird ein neues Negativ verwendet. Durch  
Verwendung opto-elektronischer Sensoren bzw. Wandler in der  
Digitalfotografie werden hingegen für jede  
Bildregistrierung dieselben Sensoren verwendet.  
15 Fehlerstellen von oder auf diesen Bildsensoren wirken sich  
immer wieder aus.

Bereits heute sind verschiedene Verfahren bekannt,  
Fehlerstellen an einem elektronisch registrierten Bild zu  
entdecken und rechnerisch zu eliminieren bzw. teilweise zu  
20 kompensieren. Es sei beispielsweise auf die "Blemish Files"  
mit Information über fehlerhafte Einzelpixel bzw.  
Pixelreihen hingewiesen, deren Information aus den  
umliegenden Pixeln interpoliert werden muss, sowie auf die  
sogenannten "Gain Files/White Shading-Verfahren" mit  
25 Verstärkungs-Korrekturwerten für alle Pixel, um deren  
unterschiedliche Güte zu homogenisieren.

Die vorliegende Erfindung geht primär von der Aufgabe aus,  
Störstellen, welche mechanisch mit der Matrix opto-  
elektronischer Sensoren verbunden sind, wie beispielsweise  
30 Kratzer in der Sensorbeschichtung, Staubpartikel auf der  
Matrix, fehlerhafte Pixel bzw. Sensoren und/oder

00000000-00000000

5 Basis für eine entsprechende Bildkorrektur zu schaffen.

10 Detektion entsprechender Bildnachbearbeitung.

15 grundsätzlich dadurch ermöglicht, dass von den Bildsignalen  
der beiden Bilder abhängige Signale einer  
Vergleichsoperation zugeführt werden und ein  
Vergleichsresultats-Bild in Form elektrischer  
Vergleichsresultats-Signale mit der jeweiligen Sensor-  
20 Positionsinformation erzeugt wird und mit elektrischen  
Signalen des Vergleichsresultats-Bildes das erste und/oder  
zweite registrierte Bild modifiziert wird.

25 optoelektrischer Sensorelemente gebunden sind, sich bei  
Verschiebung der Matrix zusammen mit der Matrix  
verschieben, während das dem Abbildungsstrahl aufgeprägte  
Bild sich bezüglich der Matrix, invers zur  
Matrixverschiebung, verschiebt. Wird die Matrix nur  
30 beispielsweise nach rechts verschoben, verschiebt sich das  
Bild des Abbildungsstrahles bezüglich der Matrix nach  
links; weil das Bild der Störstelle an der Matrix stationär

bleibt, sich das Bild im Abbildungsstrahl auf der Matrix verschiebt, verschiebt sich letzteres bezüglich des Störstellenbildes.

- Dieses unterschiedliche Verhalten als ein einfaches
- 5 Diskriminierungs-Kriterium zu erkennen, ist Basis der vorliegenden Erfindung. Sie bezieht sich sowohl auf digitale monochrome Fotografie wie auch auf digitale Farbfotografie.

- Für die Realisation des erfindungsgemässen Verfahrens im
- 10 Rahmen der digitalen Farbfotografie, bei welcher Matrixen mit Mustern unterschiedlich farbselektiver optoelektrischer Wandlerelemente bzw. -Sensoren eingesetzt werden, wird dabei vorgeschlagen, das erste und/oder zweite Bild aus mehr als einem Teilbild bereitzustellen, erzeugt durch
- 15 weitere Verschiebungen der Matrix entsprechend ihrer örtlichen Verteilung farbselektiver Sensorelemente. Dabei ist es nicht zwingend, für beide der erwähnten Bilder eine gleiche Anzahl von Teilbildern bereitzustellen, es kann durchaus eines der Bilder mit der gesamten Farbinformation
- 20 und damit den mehreren Teilbildern registriert werden, während das andere Bild - pro Pixel - nur mit Information bezüglich einer Farbe registriert werden kann und der erfindungsgemäss vorgenommene Vergleich trotzdem zur erwünschten Detektion von Fehlerstellen führt.
- 25 In einer einfachen Ausführungsform des erfindungsgemässen Verfahrens werden die elektrischen Bildsignale der beiden Bilder, welche selbstverständlich die Positionsinformation mit enthalten, direkt miteinander verglichen, und es werden Sensorelemente, deren Ausgangssignale ein mindestens in
- 30 vorgegebenem Masse Übereinstimmung anzeigendes Vergleichsresultat im Vergleichsresultat-Bild ergeben, als störungsbehaftet identifiziert.

Weil nämlich bei der erwähnten mechanischen Matrixverschiebung störungsbehaftete Sensorelemente mitverschoben werden, ergibt der erwähnte direkte Vergleich Signalidentität an störungsbehafteten Sensorpositionen, bei  
5 Differenzbildung somit idealerweise entsprechende Nullsignale, wobei beispielsweise aufgrund von Verschiebungstoleranzen auch nicht ideal verschwindende Vergleichsresultats-Signale resultieren können und mithin ein das Mass der Übereinstimmung vorgebendes Kriterium,  
10 beispielsweise ein Schwellwert, vorgegeben wird, welcher für die Identifikation einer Störstelle unterschritten werden muss.

Bei der Weiterentwicklung der vorliegenden Erfindung wird grundsätzlich am Fotografieverfahren eingangs genannter Art  
15 erkannt, dass eine mechanische Matrixverschiebung zum oben erwähnten Bildverhalten führt, während eine rechnerische Verschiebung eines elektronisch registrierten Bildes zu einem andern Verhalten führt. Während nämlich bei mechanischer Matrixverschiebung, wie erläutert wurde das  
20 Bild fehlerbehafteter Sensoren sich bezüglich des Bildes des Abbildungsstrahles verschiebt, ergibt sich bei rechnerischer Verschiebung eines Bildes keine derartige Verschiebung. Wie gezeigt werden wird, kann diese an sich erfinderisch ausnützbare Erkenntnis mit der ersterwähnten  
25 ideal kombiniert werden, indem dabei das erste und/oder zweite elektronisch abgespeicherte Bild rechnerisch verschoben wird, - die den elektrischen Bildsignalen - jeweiligen Wandlungsergebnissen an den Sensoren - zugeordnete Positionsinformation wird rechnerisch geändert.  
30 Damit wird ein elektronisches Phantombild des zweiten und/oder ersten Bildes erzeugt. Wird nämlich das erste Bild um den inversen mechanischen Verschiebungsweg rechnerisch

verschoben, entsteht ein Phantombild des zweiten Bildes und umgekehrt.

Der Vergleich wird nun zwischen Phantombild und dem zugeordneten Nichtphantombild vorgenommen: Wird vom ersten Bild ein Phantombild erzeugt, erfolgt der Vergleich vorzugsweise am ersten Bild und dessen Phantombild und analog für das zweite Bild. Es können gegebenenfalls durchaus von beiden Bildern Phantombilder erzeugt werden und die Detektionsqualität durch doppelten Vergleich erhöht werden.

Damit ist nun insbesondere die Störstellendetektion vorgenommen. In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemässen Verfahrens wird nun aber ausgenutzt, dass die ungestörte Bildinformation für die Störstelle in den bereits vorhandenen Bildern vorliegt.

Dabei werden bevorzugterweise für die Erzeugung des Aufnahmebildes - also des definitiven Bildes - elektrische Signale am ersten, zweiten oder Phantombild ersetzt, an Positionen, an denen, im Vergleichsresultat-Bild, Vergleichsresultats-Signale unter einem vorgegebenen Schwellwert liegen. Damit wird auch das Problem behoben, dass bei uniformen Szenen, bei denen sich auch nach mechanischer Verschiebung um  $\bar{S}$  uniforme Szenenabschnitte mit dem Ursprungsbild überlappen und als Fehlerbereiche interpretiert werden konnten.

Im weiteren wird es möglich, wie noch auszuführen sein wird, aus dem Vergleichsresultat-Bild nicht nur auf störbehaftete Stellen an der Sensormatrix zu schliessen, sondern auch über bewegte Bildbereiche im Abbildungsstrahl.

Eine erfindungsgemässe Digitalkamera zeichnet sich im weiteren nach dem Kennzeichen von Anspruch 10 aus bzw. nach

demjenigen von Anspruch 14, bevorzugte Ausführungsformen nach den Ansprüchen 11 bis 13. Die Erfindung wird anschliessend beispielsweise anhand von Figuren erläutert. Diese Erläuterungen eröffnen dem Fachmann verschiedenste Realisationsmöglichkeiten der vorliegenden Erfindung. In den Figuren zeigen beispielsweise:

- Fig. 1 anhand eines Signalfluss/Funktionsblockdiagrammes das erfindungsgemässe Verfahren bzw. eine erfindungsgemässe Digitalkamera, woran das der Erfindung zugrundeliegende Grundprinzip realisiert ist;
- Fig. 2 in einer Darstellung analog zu derjenigen von Fig. 1, eine erste Realisationsform der erfindungsgemässen Kamera bzw. des erfindungsgemässen Verfahrens;
- Fig. 3 in einer Darstellung analog derjenigen der Figuren 1 bzw. 2, das erfindungsgemässe Verfahren bzw. eine erfindungsgemässe Digitalkamera in bevorzugter Ausführungsform, und
- Fig. 4 die Darstellung eines Bayer-Pattern als Beispiel des Musters farbselektiver Sensoren an einer Sensormatrix für digitale Farbfotografie.

#### **Detailbeschreibung**

- Fig. 1 zeigt anhand eines Signalfluss/Funktionsblockdiagrammes, in vereinfachter Form, das Grundprinzip bzw. das Verfahren, welches der vorliegenden Erfindung zugrunde liegt bzw. der erfindungsgemässen Digitalkamera.

Eine Matrix 1 optoelektrischer Sensoren, wie beispielsweise eine CCD-Matrix, ist in der Kamera bezüglich des Abbildungsstrahles präzise verschieblich geführt (nicht dargestellt) und wie in Fig. 1 schematisch dargestellt mit einem Verschiebungsantrieb 3 antriebsverbunden. Bezüglich einer bevorzugt eingesetzten Präzisionsführung mit Antrieb einer derartigen Matrix 1 in einer Digitalkamera wird auf die WO 01/00001 derselben Anmelderin verwiesen, die diesbezüglich integrierter Beschreibungsteil der vorliegenden Anmeldung sein soll.

Mit dem (nicht dargestellten) Abbildungsstrahl der Kamera wird Bild  $B_1$  auf die Matrix 1 abgebildet. Die elektrischen Ausgangssignale der Matrixsensorelemente, am Ausgang  $A_1$ , werden, über eine zeitgesteuerte Umschalteinheit 5, einer Multiplexereinheit zugeführt.

Die Matrix 1 wird durch einen Antrieb 3 um einen vorgebbaren Verschiebungsvektor  $\bar{S}$  ( $x_s, y_s$ ) verschoben. Dadurch erscheint das Bild  $B_2$ , wie in Fig. 1 rechts dargestellt, um den richtungsinvertierten Vektor  $\bar{S}^{-1}$  verschoben, auf der Matrix 1 abgebildet.

Mit Hilfe der Zeit-Multiplexereinheit 5 wird das an der Matrix 1 optoelektrisch gewandelte Bild  $B_{1e}$  an einer Speichereinheit 7<sub>1</sub> abgespeichert, gleichermassen, nach erfolgter Verschiebung  $\bar{S}$  der Matrix 1, das Bild  $B_{2e}$  in einer Speichereinheit 7<sub>2</sub>. Die abgespeicherten Bilder sind gebildet durch von den Sensorausgangssignalen abhängigen Signale und Angaben der Position jedes Sensors auf der Matrix 1. Gemeinsam werden beide Signalanteile, Signale der optoelektrischen Wandlung und Positionsangaben, im weiteren als Ausgangssignale der Sensoren und damit auch der Matrix 1 bezeichnet. Die elektronisch abgespeicherten Bilder  $B_{1e}$

und  $E_{2c}$  werden anschliessend an einer Vergleichseinheit 9 verglichen. In Fig. 1 sind die den jeweiligen elektronischen Bildern  $B_{1c}$ ,  $B_{2c}$  entsprechenden, abgespeicherten Sensorausgangssignale und Positionssignale  
5 direkt der Vergleichseinheit 9 zugeführt. Wie aber noch erläutert werden wird, wird in bevorzugter Art und Weise der Vergleichseinheit 9 und einem und/oder beiden der Speichereinheiten  $7_1$  bzw.  $7_2$  eine in Fig. 1 gestrichelt eingetragene Verarbeitungseinheit  $11_1$  bzw.  $11_2$   
10 zwischengeschaltet, so dass der jeweilige Ausgang  $A_{11}$  bzw.  $A_{12}$  mit den entsprechenden Eingängen  $E_{92}$  bzw.  $E_{91}$  wirkverbunden ist, jedoch nicht zwingend direkt.

An der Vergleichseinheit 9 werden, nach vorgegebenem Algorithmus, Ausgangssignale von Sensoren bzw.  
15 Sensorgruppen, ggf. aufbereitet, miteinander verglichen.

Mit Hilfe des Vergleichsresultats  $\Delta$  am Ausgang der Vergleichseinheit 9, welches einer Matrix von Vergleichsresultat-Signalen entspricht, wird vorzugsweise das zuerst registrierte Bild  $B_{1c}$  überarbeitet. Dies erfolgt  
20 an einer Bildbearbeitungs-Recheneinheit 12. Es resultiert das entsprechend aufbereitete, korrigierte elektronische Bild  $B_{1k}$  in einer Speichereinheit 14.

Anhand von Fig. 2, basierend auf der Darstellung von Fig. 1, soll nun eine höchst bevorzugte Ausführungsform des erfindungsgemässen Verfahrens bzw. einer erfindungsgemässen  
25 Digitalkamera erläutert werden mit dem Ziel, Störungen, welche an die Matrix 1 gekoppelt sind, wie beispielsweise Staubpartikel auf der Matrix, Kratzer an einer Matrixbeschichtung etc., zu erkennen.

30 Auf der Sensormatrix 1 sei am Ort  $x_z$ ,  $y_z$  eine Störung  $z$ , beispielsweise in Form eines Staubpartikels, vorhanden.



Wird die Matrix 1, wie anhand von Fig. 1 beschrieben wurde, um einen Verschiebungsvektor  $\bar{S}$  verschoben, so wandert der Abbildungsstrahl-bewirkte Anteil des Bildes  $B_1$  auf der Matrix 1 entsprechend dem richtungsinvertierten Vektor  $\bar{S}^{-1}$ .

- 5 Die Lagekoordinaten der Störung Z an der Matrix 1 bleiben auch nach Verschiebung der Matrix 1 erhalten, d.h. die Störung Z wird zusammen mit der Matrix 1 verschoben, im Unterschied zum Bild aus dem Abbildungsstrahl.

- 10 Es wird mithin auch nach der Verschiebung  $\bar{S}$  dieselbe Gruppe von Sensoren an der Matrix 1 die erwähnte Störung Z durch optoelektrische Wandlung erfassen. In den Speichereinheiten  $7_1$  und  $7_2$  resultieren die entsprechenden elektronischen Bilder  $B_{1e}$  und  $B_{2e}$ .

- 15 Werden nun an der Vergleichseinheit 9 die jeweils das elektronisch abgespeicherte Bild ausmachenden Sensorausgangssignale miteinander verglichen, und zwar wie an der Vergleichseinheit 9 dargestellt die Ausgangssignale von Sensoren gleicher Lagekoordinaten  $x_n, y_n$ , so erscheint als Vergleichsresultat-Signalmatrix  $\Delta$ , am Ausgang  $A_\Delta$  der Vergleichseinheit 9, eine Signalmatrix bzw. ein elektronisches "Bild", an welchem an den mit der Störung Z beaufschlagten Sensorpositionen Signaldifferenzen verschwinden oder mindestens unter einen vorgegebenen Grenzwert fallen. Dies deshalb, weil die Störung Z an  
20 beiden elektronischen Bildern  $B_1, B_{1e}$  und  $B_2, B_{2e}$  dieselbe Sensoren- bzw. Positionengruppe gleichermassen beeinträchtigt.

- 30 Damit ist die Basis gegeben, der in Fig. 2 nicht wiederholend wiedergegebenen Recheneinheit 12 gemäss Fig. 1 die Information zu übermitteln, wo in der Matrix 1 störungsbeeinflusste Sensoren bzw. Pixel liegen. Daraus

kann die Recheneinheit 12 beispielsweise durch  
Signalinterpolation von Ausgangssignalen benachbarter  
Sensoren die störungsbedingten Ausgangssignale ersetzen.

Ausgehend von den Erläuterungen zu Fig. 2 ist in Fig. 3  
5 eine besonders bevorzugte Ausführungsform der vorliegenden  
Erfindung dargestellt, bei der Fehler- bzw. Störstellen-  
beeinflusste Ausgangssignale von Sensoren bzw. Pixeln mit  
Signalen entsprechend dem ungestörten Bild des  
Abbildungsstrahls ersetzt werden und woran weiter  
10 ermöglicht wird, sich bewegende Bildpartien im  
Abbildungsstrahlengang zu erkennen und diese an der  
Recheneinheit 12 gemäss Fig. 1 entsprechend zu  
berücksichtigen bzw. zu bearbeiten.

Wie bereits anhand der Fig. 1 und 2 erläutert, werden Bild  
15  $B_{1e}$  und  $B_{2e}$  in den zugeordneten Speichereinheiten  $7_1$  und  $7_2$   
abgespeichert.

Nun ist der Verschiebevektor  $\bar{S}$  bekannt, ihm entsprechend  
wurde ja auch die Matrix 1 zur Erstellung des Bildes  $B_{2e}$   
verschoben. Es wird, vorzugsweise aus einem der beiden  
20 abgespeicherten Bilder  $B_{1e}$  bzw.  $B_{2e}$ , wie in Fig. 3  
dargestellt, bevorzugt aus dem Bild  $B_{2e}$ , rechnerisch ein  
Phantombild  $Ph_{B1}$  ermittelt. Hierzu wird der Ausgang der  
Speichereinheit  $7_2$  mit einer Recheneinheit 14 wirkverbunden  
und ihr, wie in Fig. 3 schematisiert, die Verschiebevektor-  
25 Information  $\bar{S}$  zugeführt. Die Recheneinheit 14 ordnet nun  
die in der Speichereinheit  $7_2$ , entsprechend dem Bild  $B_{2e}$ ,  
abgelegten Sensorausgangssignale neu um den  
Verschiebevektor  $\bar{S}$  verschoben so um, dass als Phantombild  
 $Ph_{B1}$  ein Bild entsteht und in einer Speichereinheit  $7_{Ph}$   
30 abgespeichert wird, welches, da um  $\bar{S}$  verschoben,  
eigentlich dem Bild  $B_{1e}$  entspricht, mit dem Unterschied,

dass nun die Lagekoordinaten der störungsbeeinträchtigten Sensoren bzw. Pixel

$$x'_z = x_z + x_s$$

$$y'_z = y_z + y_s$$

- 5 sind. Die "Störstelle" von Bild  $B_{2e}$  wird um  $\bar{S}$  mitverschoben. Das Bild  $Ph_{B1}$  ist mithin das Phantom von Bild  $B_1$  bzw.  $B_{1e}$ . Am Phantombild ist aber die Störstelle bezüglich derjenigen im Bild  $B_1$  bzw.  $B_{1e}$  um  $\bar{S}$  verschoben.

- 10 Nun erfolgt, in Analogie zu Fig. 1 nach einer Aufbereitung  $11_2$  - gemäss Fig. 3 an der Recheneinheit 14 - an der Vergleichseinheit 9, der Vergleich zwischen dem an der Speichereinheit 7<sub>1</sub> abgespeicherten Bild  $B_{1e}$  und dem am Phantombildspeicher 7<sub>ph</sub> abgespeicherten elektronischen Bild  $Ph_{B1}$ .

- 15 Die daran gebildete Vergleichssignalmatrix weist nur dort nicht verschwindende Signalwerte auf bzw. Signalwerte, die über einem vorgegebenen Schwellwert liegen, wo Bild  $B_{1e}$  vom Phantombild  $Ph_{B1}$  abweicht, d.h., den Darstellungen von Fig. 3 folgend, an den Stellen  $x_z/y_z$ , sowie an den Stellen

- 20  $x'_z/y'_z$ , um  $\bar{S}$  auseinanderliegend. Weil der Verschiebevektor  $\bar{S}$  bekannt ist, ist auch an der Vergleichssignalmatrix  $\Delta$  in der Speichereinheit 9 bekannt, welche Signale von Störstellen an welchem der beiden verglichenen Bilder stammen.

- 25 Nun ist aber wesentlich zu erkennen, dass die Information, wie an der Stelle  $x_z/y_z$  von Bild  $B_1$  bzw.  $B_{1e}$  die ungestörte Abbildungssinformation aussieht, vorliegt. Berücksichtigt man nämlich, dass beim Übergang vom Bild  $B_1$  bzw.  $B_{1e}$  nach Bild  $B_2$  bzw.  $B_{2e}$  das im Abbildungsstrahlengang vorhandene

Bild, schematisch mit  $B_n$  dargestellt, bezüglich des Bildes der Störstelle  $Z$  auf der Sensormatrix 1 verschoben wurde, so ist erkenntlich, dass im Phantombild  $Ph_{n1}$  das Signal entsprechend der Lage  $x_z/y_z$  dem Abbildungssignal entspricht, d.h. dem störungsfreien Abbildungsstrahl-  
5 Abbild. Somit wird aus dem Phantombildspeicher  $7_{ph}$  das den Sensoren bzw. Pixeln mit der Lage  $x_z/y_z$  entsprechende Signal über den Selektionseingang  $E(x_n/y_n)$  angewählt und am Ausgang  $A_{1ph}$  als Signal  $A(x_z/y_z)$  ausgelesen. Durch die hier  
10 nicht mehr dargestellte Recheneinheit 12 wird das Signal  $A(x_z/y_z)$  an die Stelle des Bildes  $B_1$  bzw.  $B_{1e}$  gesetzt mit der Lagekoordinate  $x_z/y_z$ . Die Information bezüglich  $x_z$  und  $y_z$  wird somit aus der Vergleichssignalmatrix in der Vergleichseinheit 9 ermittelt. Somit wird, wie in Fig. 3  
15 schematisiert, in der Bildspeichereinheit 14 gemäss Fig. 1 ein entstörtes Bild  $B_{1K}$  gemäss  $B_1$  bereitgestellt.

Es ist auch durchaus möglich, aus den Signalen an der Vergleichseinheit 9, die Lagewerte  $x'_z$  und  $y'_z$  zu ermitteln und damit aus dem Bild  $B_{1e}$  in der Speichereinheit  $7_1$  den  
20 entsprechenden störungsfreien Signalwert auszulesen und diesen im Phantombild anstelle der Signale entsprechend den Lagewerten  $x'_z/y'_z$  zu setzen, somit das Phantombild im Phantomspeicher  $7_{ph}$  zu korrigieren.

Ebenfalls ist es selbstverständlich möglich, nicht Bild  $B_{1e}$   
25 rechnerisch um den Verschiebevektor  $\bar{S}$  rückzuverschieben, sondern Bild  $B_{1e}$  in der Speichereinheit  $7_1$  rechnerisch um den Verschiebevektor  $\bar{S}^{-1}$  zu verschieben, bzw. beide Bilder  $B_{1e}$  und  $B_{2e}$  quasi übers Kreuz zu verschieben, dann analog zum Vorerläuterten vorzugehen.

30 Wesentlich ist dabei die Erkenntnis, dass bei mechanischer Verschiebung der Sensormatrix 1 Störstellen  $Z$  stationär auf der Matrix bleiben, während bei rechnerischer Verschiebung

die Störstellen-Bildinformationen mit der Abbildungsstrahl-Bildinformation verschoben werden.

Das Vorgehen, insbesondere, wie es anhand von Fig. 3 erläutert wurde, ermöglicht noch weitere Auswertungen. Dies sei im folgenden weiterhin auf der Basis von Fig. 3 erläutert. Hat sich Bild  $B_1$  bzw. ein Bereich des Abbildungsstrahlengang-Bildes  $B_A$  zwischen der Registrierung von  $B_{1e}$  in der Speichereinheit  $7_1$  und, nach Verschiebung  $\bar{S}$ , der Registrierung von  $B_{2e}$  in Speichereinheit  $7_2$ , bewegt, so ergibt dies, wie in Fig. 3 schematisch bei  $p$  dargestellt, am Bild  $B_{2e}$  und mit Bezug auf Bild  $B_{1e}$  eine "mitverschobene" Abweichung. Diese Änderung  $p$  wird bei Erstellung des Phantombildes  $Ph_{B1}$  mit rückverschoben und führt an der Vergleichssignal-Matrix an der Vergleichseinheit 9 zu einem Signalbereich  $p'$ , entsprechend einem Sensorbereich, woran das Vergleichsresultat nicht verschwindet. Dies aufgrund des Vergleichs des Phantombildes  $Ph_{B1}$  mit der Änderung  $p'$ , mit dem elektronischen Bild  $B_{1e}$  in der Speichereinheit  $7_1$ .

Im Unterschied zu nicht störungsbedingten, verschwindenden Signalen in der Vergleichssignal-Matrix  $\Delta$  an der Vergleichseinheit 9, führen aber bewegungsbedingt nicht verschwindende Signale nicht zu Doppelsignalen. Dies ist ohne weiteres daraus ersichtlich, dass bei Vergleich von  $B_{1e}$  und  $Ph_{B1}$  in der Differenzsignalmatrix sowohl an der Stelle  $x_2/y_2$  wie auch an der Stelle  $x'_2/y'$ , nicht verschwindende Signalwerte auftreten, während beim Vergleich der Abbildungsstrahl-bedingten Signale lediglich nicht verschwindende Signalwerte im Bereich  $p'$  erscheinen.

Durch Auswertung der Einmaligkeit von nicht verschwindenden Signalwerten an der Vergleichssignalmatrix an Vergleichs- und Speichereinheit 9 und der Doppelperscheinung von

störungsbedingten, nicht verschwindenden Signalwerten - um  $\bar{S}$  verschoben - wird es möglich, die Bearbeitung des Bildes selektiv unter Berücksichtigung von Bewegungen einerseits und von Störungen anderseits vorzunehmen.

- 5 Die bisherigen vereinfachten Betrachtungen, welche das Prinzip der vorliegenden Erfindung aufzeigen sollen, beruhen einerseits auf einer "Schwarz/weiss"-Digitalfotografie-Technik, bei welcher alle Matrixsensoren gleichermassen Helligkeitswerte in elektrische Signale  
10 wandeln, und nicht angestrebt ist, eine digitale Farbfotografie zu erstellen.

In der Praxis ist der Einsatz von Sensoren bzw. Pixeln, welche alle gleichermassen die Farbinformation registrieren, (noch) nicht möglich. Es ist bekannt, dass  
15 bei Sensormatrixen für die digitale Farbfotografie, Muster von Sensoren vorgesehen werden, die z.B. je eine der Grundfarben Rot, Grün bzw. Blau registrieren. Bekannt ist dabei das sogenannte Bayer-Pattern, das das in Fig. 4 wiedergegebene Farbraster der Sensorselektivität hat.

- 20 Wird eine einzelne Aufnahme und Registrierung mit einer solchen Matrix gemacht, so spricht man von einer Ein-Shot-Aufnahme. Diese eignet sich insbesondere, um bewegte Objekte aufzunehmen. Die jeweils an den einzelnen Sensoren fehlenden Farbinformationen - an einem Rotsensor die  
25 Information bezüglich Grün und Blau etc., müssen aus den einen betrachteten Sensor umgebenden Sensoren interpoliert werden.

- Für Aufnahmen höchster Qualität wird, z.B. bei Einsatz des erwähnten Bayer-Patterns, das sogenannte Vier-Shot-  
30 Verfahren eingesetzt. Bei diesem Pattern wird die Matrix nach einer Aufnahme um jeweils ein Sensorrastermass

horizontal verschoben, eine Bildregistrierung vorgenommen, dann die Matrix, bezogen auf die Ausgangsstellung, um ein Sensorrastermass vertikal verschoben, eine weitere Aufnahme registriert und schliesslich, bezogen auf die

- 5 Ausgangsstellung, um ein Sensordiagonalrastermass horizontal und vertikal verschoben, wiederum ein Bild registriert. Dadurch steht für jedes Bildpixel die Farbinformation des roten, blauen und zweimal des grünen Kanals zur Verfügung.

- 10 Die Verschiebung erfolgt dabei bevorzugterweise mit der in der WO 01/00001 derselben Anmelderin beschriebenen Anordnung, dem dort beschriebenen Prinzip folgend.

Wird der hier vorliegendenfalls anhand der Figuren 1 bis 3 beschriebene und erfindungsgemässe Vorgang an einer

- 15 solchen, wie beispielsweise einer Bayer-Pattern-Matrix ausgeführt, so lässt sich das der vorliegenden Erfindung zugrundeliegende Prinzip dadurch realisieren, dass eine

Verschiebung  $\bar{S}$  um mehr als ein Rastermass vorgenommen wird, streng genommen sogar schon bei kombiniert

- 20 horizontal/vertikaler Verschiebung der Matrix um ein Diagonalrastermass. Da, wie aus Fig. 4 ersichtlich, jeder zweite Sensor ein Grünsensor ist, lassen sich mit nur zwei diagonal um ein Diagonalrastermass verschobenen

Registrierungen, aufgrund der Informationsdichte, bereits

- 25 ganze Bilder interpolieren und im Sinne der vorliegenden Erfindung miteinander vergleichen. Es kann durchaus angezeigt sein, eine Verschiebung um eine geradzahlige oder um eine ungeradzahlige Anzahl Rastermasse vorzunehmen, um

- das erfindungsgemässe Verfahren zu realisieren. Bei einer  
30 Verschiebung um eine geradzahlige Anzahl Rastermasse ist sichergestellt, dass am selben Bildort immer Sensoren derselben Farbselektivität vorliegen.

Für eine Verschiebung um eine ungeradzahlige Anzahl  
Sensorabstände spricht, die Vier-Shot-Technik mit einer  
grösseren Verschiebung  $\bar{S}$  zugunsten der anhand der Fig. 1  
bis 3 beschriebenen erfindungsgemässen Vorgehensweise zu  
5 kombinieren: Bei einer Verschiebung um ein Rastermass wird,  
betrachtet am Bayer-Pattern, horizontal bzw. vertikal z.B.  
neben einem rotselektiven Sensor immer ein grünselektiver  
liegen. Dasselbe gilt auch bei fünf, sieben etc.  
Rastermass-Verschiebungen. Dabei wird der Qualitätsvorteil  
10 der Vier-Shot-Technik mit der Möglichkeit  
erfindungsgemässen Vorgehens kombiniert.

Diese Ausführungen zeigen, dass sich für den Fachmann viele  
Kombinationsmöglichkeiten ergeben, welche alle den oben  
dargelegten erfindungsgemässen Vorgehen entsprechen und  
15 dabei Aufnahmeschnelligkeit bzw. -Qualität mehr oder  
weniger gewichten.

Bei Einsatz der vorliegenden Erfindung in der  
Farbdigitalfotografie mit Matrixen von Sensoren  
unterschiedlicher Farbselektivitäten, wie beispielsweise  
20 einem Bayer-Pattern, werden beste Resultate dann erhalten,  
wenn, mit Blick auf Fig. 1, sowohl für Bild  $B_{1e}$  wie auch  
für Bild  $B_{2e}$  jeweils vier gemäss dem Vier-Shot-Verfahren  
verschobene Bildregistrierungen realisiert werden. Dies ist  
in Fig. 1 bei den jeweiligen Speichereinheiten  $7_1$  und  $7_2$   
25 angedeutet.

Dann werden, der Erfindung folgend, die beschriebenen  
Verfahren an den sich zugeordneten Vier-Shot-Aufnahmen  
vorgenommen, also

$I_1$  mit  $I_2$

30  $II_1$  mit  $II_2$  etc.



5   Gegenteil kann die Aufnahme von nur zwei Bildern, wie dies  
beschrieben wurde, angesehen werden, wobei dann  
Farbinterpolation vorgenommen wird. Selbstverständlich kann  
das beschriebene Vorgehen auch für die 2-Shot- und 3-Shot-  
Technik eingesetzt werden.

10 Wie erwähnt wurde, wird es mit dem erfindungsgemässen  
Vorgehen möglich, die Störstellen zu eliminieren, welche  
matrixgebunden sind. Zu diesen gehören insbesondere  
fehlerhafte Sensoren, Sensornester (Pixelnester),  
fehlerhafte Pixelreihen bzw. -kolonnen, Kratzer sowie  
15 Staub.

513 518/25 30.03.01 12:45